注意缺陷多动障碍-发展性阅读障碍共患儿童的干预效果及其内在机理[1]

崔 楠[1] 王久菊[2, 3] *赵 婧[1*]

[1]（首都师范大学心理学院，北京市“学习与认知”重点实验室，北京 100037）

[2]（北京大学第六医院/精神卫生研究所，北京 100191）

[3]（国家卫生健康委员会精神卫生学重点实验室（北京大学），国家精神心理疾病临床医学研究中心（北京大学第六医院），北京 100191）

摘要 注意缺陷多动障碍和发展性阅读障碍是两类常见的儿童神经发育障碍，二者共患率高达 25%～48%。共患问题不仅使儿童自身面临着严重的认知、行为和心理损害，还给家庭、学校和社会带来了沉重的负担，对共患儿童的干预是极为必要且重要的。以共患病理机制假说为基础，可将既往共患儿童的干预研究划分为以下两大类：一、基于表型假说的干预方案，如药物干预、阅读干预以及二者联合干预，相应方案干预效果的迁移性和稳定性均有待深入考究；二、基于共同缺陷假说的干预方案，如针对核心共同认知缺陷之一的加工速度问题的干预已初显成效，但相关研究较少，干预效果需更多研究进一步系统性地考察。最后就共患儿童的干预方案现状进行了反思和展望。

关键词 注意缺陷多动障碍；发展性阅读障碍；共患；干预；认知训练

Effectiveness and underlying mechanism of the intervention for children with comorbidity between attention deficit hyperactivity disorder and developmental dyslexia

Nan CUI [1], Jiuju WANG [2, 3], Jing ZHAO[1]

[1] *(Beijing Key Laboratory of Learning and Cognition, School of Psychology, Capital Normal University, Beijing 100037, China)*

[2] *(Peking University Sixth Hospital/Institute of Mental Health, Beijing 100191, China)*

[3] *(NHC Key Laboratory of Mental Health (Peking University), National Clinical Research Center for Mental Disorders (Peking University Sixth Hospital, Beijing 100191, China)*

Abstract: Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and developmental dyslexia (DD) are two common neurodevelopmental disorders in children, and the prevalence of the comorbidity between these two disorders varies from 25% to 48%.

---

[1] *通信作者：赵婧（E-mail: conanzj@126.com）
王久菊,（E-mail:wangjiuju@bjmu.edu.cn）
*国家自然科学基金面上项目(31871117)，国家自然科学基金青年项目(31900752)

This comorbidity not only exposes children to cognitive, behavioral, and psychological impairments but also brings a heavy burden to their families, schools, and society. Hence, intervention for children with comorbidity between ADHD and DD is extremely important and necessary. Based on the hypothesis regarding the pathological mechanism of this comorbidity, previous intervention studies can be divided into the following two categories: 1) Intervention programs based on the phenotype hypothesis, such as pharmacological intervention, reading intervention, and combination of the two interventions. The transfer effect and retention effect of these interventions need to be further studied in depth; 2) Intervention programs based on the common deficit hypothesis, such as intervention focusing on processing speed, one of the core common cognitive deficits between ADHD and DD. Preliminary benefits have been found in this intervention; however, only few related studies can be found. More studies are required to systematically explore relevant intervention effects. Finally, the present review reflected on some major issues and implications of the current interventions for children with comorbidity between ADHD and DD.
Key words: Attention deficit hyperactivity disorder; developmental dyslexia; comorbidity; intervention; cognitive training

注意缺陷多动障碍(attention deficit/hyperactivity disorder, ADHD)和发展性阅读障碍(developmental dyslexia, DD)是常见的儿童神经发育性障碍，两者有高达25%～48%的共患率[1]。ADHD 的核心缺陷在于注意缺陷和反应抑制能力缺陷，ADHD 患者主要表现为注意力不集中、持续注意力差、多动和冲动[2]。DD 是指在排除了一般智力、学习动机、生活环境、教育条件及器质性病变等因素的影响之后，个体仍在单词识别、拼写等技能上表现出明显缺陷，且其阅读成绩明显低于同龄人平均水平[3]。ADHD-DD 共患儿童同时面临着两种障碍所导致的问题，即注意问题[4]和阅读技能问题[5]，对共患儿童的认知、行为和心理社会性发展等方面造成严重影响。例如，ADHD-DD 共患儿童表现出明显的认知功能缺陷，其在工作记忆、认知灵活性、抑制控制等执行功能成分上存在问题[6]，并表现出了缓慢的命名和加工速度[7, 8]。ADHD-DD 共患儿童还存在情绪和品行问题[9]，且共患儿童比只患其中一种障碍的儿童更容易出现学业成绩差和学习能力低下的情况[10]。值得注意的是，共患问题不仅给儿童自身造成了许多消极影响，同时给儿童的父母带来较大的精神和经济压力，也给社会带来了沉重的负担[11]。因此，对共患儿童的干预应引起高度重视。其中，设计切实有效的干预方案更是解决问题的关键所在。本文将基于 ADHD-DD 共患的病理机制假说，综述既往干预研究，分析干预效果和局限，并提出未来的研究方向。

1 ADHD-DD 共患的病理机制假说

近几十年来，研究者们持续探讨 ADHD-DD 共患的病理机制，目前主要包括三种理论假说，即表型假说[12]、认知亚型假说[7]和共同缺陷假说[5]。表型假说认为，共患是由一种原发障碍引发了另一种障碍或该障碍的症状，如 ADHD 症状妨碍了儿童学习阅读技能时的注意力，进而影响其阅读表现；或 DD 的低阅读能力引起儿童的沮丧挫败心理，进而导致其注意力不集中以及其它相关行为问题[12]。Pennington 等人发现共患组和单纯 DD 组表现出相似程度的语音加工缺陷，

而在执行功能的综合评分上表现正常；相反地，单纯 ADHD 表现出正常的语音加工能力和异常的执行功能[12]。此结果说明 ADHD 症状是继发于 DD 的，符合表型假说的预期。认知亚型假说将共患视为一种独立的第三种障碍，具有不同于单纯 ADHD 和单纯 DD 的独特认知缺陷模式，如在某些认知技能上存在特定问题[7]。一些研究发现，在快速命名、一般听觉工作记忆和抑制控制等认知技能上，共患组比单纯 ADHD、DD 组更差[7, 13, 14]，支持了认知亚型假说。共同缺陷假说认为共患是由两种障碍共同的风险因素导致的，共享了某些神经生物学、遗传学或认知上的缺陷，即共患者与单纯ADHD和单纯DD患者具有相同的认知缺陷[5]。以往研究发现，单纯 ADHD、单纯 DD 和共患儿童存在相似程度的加工速度缺陷[15]，后续研究联合回归分析和结构方程模型发现加工速度问题可能是 ADHD-DD 共患认知缺陷机制的基础[16]。此外，Kibby 等人发现单纯 ADHD、单纯 DD 和共患儿童，相较于典型发展控制组儿童，表现出相似程度的言语工作记忆缺陷[17]。以上这些研究结果均支持了共同缺陷假说。

表型假说是第一个被提出的共患病理机制假说[12]，早期针对共患的干预研究大多基于此理论展开，研究者们试图通过对 ADHD 和 DD 中某一障碍的核心缺陷进行干预来改善另一种障碍的症状表现，即对共患儿童直接使用 ADHD 或(和)DD 的干预方案。近些年研究者对 ADHD、DD 和共患的内在认知功能进行了大量研究，发现了 ADHD 和 DD 两类障碍共同的一些认知缺陷，近期有研究者开始基于此设计干预方案，预期通过干预 ADHD 和 DD 共同的认知缺陷因子来同时缓解两种障碍的症状表现。而认知亚型假说强调共患的特殊性，目前还未见相关的干预实证研究。因此，下文将主要基于表型假说和共同缺陷假说梳理现有 ADHD-DD 共患的干预研究。

2 对共患儿童直接使用 ADHD 或(和)DD 的干预方案

2.1 共患儿童的药物干预

在 ADHD 的临床治疗中，哌甲酯是常用的兴奋剂药物，通过结合多巴胺转运体和去甲肾上腺素转运体，阻断并抑制其再摄取而增加突触间隙的多巴胺及去甲肾上腺素水平，增强特定脑区的多巴胺及去甲肾上腺素活性，从而提高注意水平，减缓多动冲动[18]。哌甲酯对共患儿童的注意力不集中、多动、冲动等 ADHD 核心行为症状的缓解是明显的[19, 20]，但对其阅读技能改善效果却不稳定。Bental 和 Tirosh 对 25 名 7~12 岁的共患组男孩进行双盲的安慰剂对照交叉试验。结果表明，相较于安慰剂，哌甲酯改善了共患儿童的快速命名技能和单词/假词阅读准确率；在后续追踪测试中，哌甲酯对阅读的干预效果并没有得到显著保持，值得注意的是，在该研究中，后测与药物干预之间的时间间隔仅为 1 小时[21]。因此，哌甲酯带来的阅读相关技能的改善可能只是一种即时的、依赖于药物状态的短期效果。Tannock 等人也报告了共患儿童哌甲酯组比安慰剂组在颜色快速命名上有急性提升效果，但在以言语刺激(如数字、字母)作为材料的快速命名任务成绩上的提升效果不显著[22]，说明哌甲酯对共患儿童阅读相关技能的短期效果仍存在争议。此外，有研究还同时比较了共患组与单纯患病组的药物干预效果，Keulers 等人采用非盲法临床试验探究了哌甲酯对 ADHD-DD 共患儿童、单纯 ADHD 组的影响。结果显示，共患组在正确阅读单词数量上的提升比单纯 ADHD 组更大，体现了药物干预对共患儿童词汇阅读准确性的显著贡献。但在此期间共患儿童同时进行了阅读技能训练[23]，因此，该研究所发现的阅读水平提升可能混淆了阅读技能训练的促进效应。同时，该研究没有进行盲法控制，缺乏共患空白对照组，

因此共患组在阅读技能上的改善无法排除自然增长、练习效应等因素的可能影响。由此可见，目前哌甲酯对 ADHD-DD 共患儿童阅读技能的提升效果及效果的保持性仍有待进一步明确。

托莫西汀是常用的 ADHD 非兴奋剂药物，可以选择性抑制去甲肾上腺素转运体，阻止其再摄取，增加神经递质去甲肾上腺素及前额叶皮质的多巴胺，进而可显著缓解 ADHD 症状[18, 20]。然而，该药物对阅读技能的改善效果仍存在争议。一些研究结果并未显示出托莫西汀药物干预对共患者阅读技能的改善[24, 25]。Wietecha 等人对 124 名共患儿童进行为期 16 周的托莫西汀随机双盲、安慰剂对照临床试验，结果显示，实验组共患儿童的工作记忆测试得分明显提高，且其 ADHD 症状评分有所下降，但其阅读技能成绩并未表现出明显变化[25]。类似地，de Jong 等人也没有发现托莫西汀药物干预对共患儿童词汇判断能力的促进性影响[24]。然而，另一些研究者发现了托莫西汀对共患者阅读技能的提升作用[26, 27]。B. A. Shaywitz 等人对 36 名共患组儿童进行了为期 16 周的托莫西汀干预。研究结果显示，此药物干预缓解了共患儿童的 ADHD 症状，并使其在考夫曼教育评分 (Kaufman Assessment Battery for Children, K-ABC)中阅读模块(主要包括阅读解码和阅读理解)上的得分显著提高[26]。同一课题组的 S. Shaywitz 等人进一步扩大样本量至 124 名共患儿童，采用了 16 周的随机双盲、安慰剂对照设计发现，相较于对照组，实验组共患儿童的 ADHD 症状得到显著改善，其语音加工技能也明显提升。然而这两项研究中的 ADHD 量表评分前后测差值与阅读能力的干预效果之间并无显著相关，据此研究者认为，阅读技能的提升不能用 ADHD 症状的缓解来解释[27]。目前，托莫西汀对于 ADHD-DD 共患儿童阅读技能的治疗效果仍不一致，这可能与不同研究所用的阅读测试不同有关，因此，该药物干预对阅读的影响效果还有待进一步深入探究。

由上述可知，哌甲酯和托莫西汀均能通过直接或间接作用调整突触间隙多巴胺和去甲肾上腺素的平衡，起到对共患儿童 ADHD 症状的治疗作用[28]，且改善效果显著和稳定；但两种药物对共患儿童阅读技能的干预效果尚未达成一致结论。药物干预可能对不同阅读技能的影响存在差异，对共患者的颜色快速命名、单词阅读准确性等部分阅读技能有短暂的提升效果，但药物对阅读技能影响的长期效果及其作用机制仍尚未明确。

2.2 共患儿童的阅读技能干预

以往研究发现，阅读技能干预除可提高儿童的阅读能力以外，还可以有效提升其注意水平[29, 30]。例如，一年级 DD 儿童在接受了语音意识、发声、阅读流畅性、词汇量和阅读理解等阅读技能的计算机辅助阅读指导后，在教师评定的注意力不集中症状上有明显减少[29]。另一项为期 3 年的 DD 阅读技能干预研究也发现了类似的结果[30]。但以上研究中的被试均为 DD 儿童，其是否共患 ADHD 并未明确。

后续研究进一步在 ADHD-DD 共患儿童中探查阅读干预的效果。岳鑫鑫等人使用程序化拼音游戏对 31 名共患儿童进行了为期 8 周的拼音训练，结果发现训练组在音位删除、拼音切词等方面与基线水平相比有显著提升，但空白对照组前后无明显差异，表明拼音训练有效改善了共患儿童的语音能力，但该研究未评估训练前后的注意力症状改善情况[31]。Rabiner 等人比较了以语音为基础的阅读辅导对有、无注意问题的 DD 儿童阅读技能提升效果。结果表明，在无注意问题的 DD 儿童中，阅读干预对其单词识别和语音意识技能有显著提升效果；但对有注意问题的 DD 儿童，干预效果不显著[32]。综上可见，目前，考察阅读干预对共

患儿童影响的研究较少，且已有研究结果显示传统的阅读辅导对共患儿童作用效果有限，对其特定阅读技能可能存在积极影响，对其 ADHD 症状的改善情况仍有待明确。

2.3 共患儿童的联合干预

基于以上的文献梳理可知，只针对某一障碍的单模式干预对共患儿童的效果并不理想。有研究将分别针对 ADHD 和 DD 的干预方案结合起来对共患儿童进行联合干预，并考察相应的干预效果。根据联合干预中两类方案的开展形式，可分为同时性联合干预和序列性联合干预。在同时性联合干预的研究中，Tamm 等人对 216 名 8~11 岁的共患儿童进行了为期 16 周的干预研究。共患儿童被随机分为 3 组：阅读干预组、ADHD 干预组和联合干预组。阅读干预的内容包括语音、单词识别、拼写、阅读流畅性和理解，每次 45 分钟，每周 4 次；ADHD 干预包括家长行为管理培训和药物治疗；联合干预组是同时接受阅读干预与 ADHD 干预。研究者分别以斯诺佩顿第四版(Swanson, Nolan, and Pelham Rating Scale Ⅳ, SNAP-IV)评定量表(包括家长版和教师版)和韦克斯勒个人成就测验(Wechsler Individual Achievement Test, WIAT)评估共患儿童的 ADHD 症状和单词阅读、假词语音解码等阅读能力。结果表明，ADHD 干预改善了共患儿童的 ADHD 症状；阅读干预提升了共患儿童的阅读技能；联合干预表现出了与另两种干预方案相似程度的影响效果，但并无增量效应，即联合干预组与 ADHD 干预组在 ADHD 症状上的缓解程度无显著差异，与阅读干预组在语音解码等阅读技能上的改善程度无显著差异[33]。该团队后续进一步发现联合干预方案对共患儿童阅读流畅性也表现出与上述模式相似的影响[34]。在序列性联合干预的研究中，Tannock 等人先将共患儿童分为药物干预组和安慰剂组，干预 4 个月之后，再对两组共患儿童进行阅读干预。结果显示，药物改善了共患儿童的 ADHD 行为症状，但对单词阅读技能无提升作用；在后续的阅读干预后，两组共患组儿童表现出相似程度的阅读能力的进步，即序列联合干预方案也未表现出增量效果[35]。

综合以往基于表型假说的干预研究可知，此类干预方案对某一障碍的直接干预效果较好，但是对另一种障碍的干预效果的显著性和稳定性都有待进一步明确。此外，联合干预较单模式干预而言对两种障碍的缓解效果更加全面，但并未发现增量效果，即相较于单一障碍的干预，联合另一种障碍的干预并未有更好的收效。在联合干预方案中，这种缺乏干预效果的交互性影响对表型假说提出了一定的挑战。

3 针对 ADHD 和 DD 共同认知缺陷干预共患儿童

3.1 ADHD 和 DD 的共同认知缺陷

关于 ADHD 和 DD 的共同认知缺陷仍处于探索之中，目前研究者主要认为语音意识、言语工作记忆、视觉注意、加工速度等认知技能困难可能是两类障碍的的共同缺陷因子。以往研究发现 DD 和 ADHD 均表现出了语音加工问题[36-38]、言语工作记忆任务成绩低[5, 17]、视觉注意[39, 40]快速命名(特别是对物体、图形等非言语刺激的快速命名)速度慢[41,42]、知觉加工速度低[16,43,44]等共享认知缺陷。同时，有研究发现共患者在以上认知加工方面表现出了与单纯 ADHD 或单纯 DD 类似的显著缺陷[15-17, 37, 42]。特别是在加工速度方面，已有研究对其在两种障碍中的作用上进行了不同方面的探讨。有研究者把加工速度纳入结构方程模型后发现，注意与阅读的关联消失，因此，他们认为缓慢的加工速度可能是 ADHD 和 DD 重要的共同底层缺陷[16, 42, 45]。

3.2 针对 ADHD 和 DD 共同的认知缺陷进行的共患干预研究

目前基于 ADHD 和 DD 的共同认知缺陷的干预研究仅有一篇，且主要是针对两种障碍共享的工作记忆和加工速度缺陷设定的干预方案。该研究采用 CogniFit 计算机化认知程序对一组单纯 ADHD 儿童(n=14)和一组 ADHD-DD 共患儿童(n=14)同时进行训练，训练内容具体包括加工速度、快速命名，以及执行功能(如工作记忆、抑制、灵活性、空间能力、分配性注意等认知技能)，训练为期 8 周，每周 3 次，每次 15～20 分钟。该研究结果显示，相较于单纯 ADHD 组，共患组儿童在加工速度和阅读能力上的训练效果均更好，且阅读能力的提升与加工速度的改善显著相关[46]。然而，本研究没有设置控制组，也未考察训练对 ADHD 症状的影响。因此，针对 ADHD 和 DD 共同认知缺陷进行的共患干预效果到底如何，仍有待于进一步研究加以明确。

虽然当前着眼于共同缺陷假说的共患干预研究有限，但从其方案自身特点以及对比于基于表型假说的干预方案而言，此类干预方案值得深入研究，原因如下：首先，在干预效果上，基于共同缺陷的干预，相较于单纯患病者，可更显著地改善共患者的认知技能，且训练效果具有明显的迁移性[46]；相比之下，基于表型假说的干预方案大多是单纯障碍干预方案的直接沿用或简单组合，对某一障碍的直接干预效果较好，但是对另一种障碍的迁移性干预效果不显著或不稳定。其次，在干预形式上，基于共同认知缺陷假说的干预方案主要是针对底层基础认知技能的训练，相应的干预可结合计算机程序编制，形式灵活多样；而基于表型假说的干预方案主要涉及药物治疗或阅读训练，其中，药物治疗会带来一定的副作用，在儿童、父母甚至临床医生上的接受度并不高[47]；而阅读技能干预会使用到与文字加工相关的技能, 这会给共患儿童带来压力, 容易导致其中途退出[48]。

4 总结及展望

由上述可知，目前针对共患的干预主要是基于表型假说进行设计的，相关干预研究虽取得了显著的直接效果，但在效果保持性和迁移性上均不理想。基于共同缺陷假说的干预研究仍很欠缺，但已有研究结果提示此类共患干预方案的可行性，并给予未来研究一定的启示。后续研究可以进一步从以下几方面开展：

第一，全面探查注意缺陷多动障碍和发展性阅读障碍的共同缺陷，以丰富相关领域的干预实证研究。Pennington 提出，复杂行为障碍的病因是多因素的，其中一些风险因素被另一种疾病共享，从而导致共病[49]。除了加工速度缓慢，ADHD 和 DD 的核心症状还包括视觉注意缺陷[2, 40]、语音加工问题[36-38]、言语工作记忆受损[17]，这些受损的认知技能也可能是两种障碍的共同缺陷。以往针对以上认知技能分别对两种障碍儿童进行的训练大多已取得了良好的干预效果[50-53]。那么，针对共患者进行相应干预的效果又如何呢？未来研究可以从这些可能的共同认知缺陷角度探查共患的内在机理以及展开相关的认知训练。

第二，采用更加多样的形式来设计基于表型假说的干预方案，以更充分地验证表型缺陷假说及更全面地考察相应干预方案的影响效果。当前基于表型假说的干预方案，仅是对单纯 ADHD 和单纯 DD 干预方案的沿用。然而，当前单纯 ADHD 的干预研究不仅局限于药物干预，非药物干预如执行功能训练[54-56]、注意训练[50, 51]等认知训练也获得了显著的干预效果。美国食品药品管理局(Food and Drug Administratio, FDA)于 2020 年正式批准将一款数字游戏化认知训练程序作为治疗 ADHD 的“数字处方”[51]。同样，单纯 DD 的干预研究除阅读技能训练外，还包括许多效果明显的非语言层面的认知加工技能训练，如大细胞-背侧通路功

能训练[57, 58]、视觉注意广度训练[52, 53]等。但目前针对 ADHD-DD 共患的干预研究较少涉及非药物、非语言层面的训练。未来研究可以更多尝试设计针对共患不同缺陷症状的认知训练程序，采用多种方法全面提升其各方面能力。

第三，结合脑成像技术探讨共患的内在缺陷机理及干预起作用的机制。目前，只有少数结构神经影像学研究直接考察了共患的情况[59, 60]，多数研究是分别考察单纯 ADHD 和单纯 DD 的脑机制，通过进一步比较明确两种障碍的重叠脑机制和特异性脑机制，以进一步探查共患的可能神经机制。近期有研究者对单纯 ADHD 和 DD 的大脑灰质进行元分析，发现两种障碍相关的异常脑结构的重叠区域是在右侧尾状核[61]。另外，近年来也有一些研究开始直接探究共患的脑结构特点，并发现，ADHD 共患 DD 在颞中回皮层厚度[62]、左侧额中回体积上[63]与单纯 ADHD 和 DD 具有显著差异，这些研究为共患的神经机制提供更直接的证据，并为共患是不同于单纯 ADHD、DD 的独立亚型提供了可能的支持。未来可以结合具体任务，进一步从脑功能、脑网络等角度更加动态和系统地了解共患者的内在神经机制。与此同时，基于其相关的神经机制深入了解各类干预对 ADHD-DD 共患群体的影响作用机理。

第四，系统地从直接效果、迁移效果、保持效果等角度去评估共患干预方案。ADHD-DD 共患儿童面临注意、阅读等多重问题，干预方案的迁移性以及效果的保持性均十分重要，但上述中提到的短暂迁移效果[21]并不是干预方案所要达到的理想水平。因此，后续研究需要进一步基于共患缺陷机制来优化干预方案，以实现训练效果和迁移效果的长效保持。

第五，将父母干预、教师培训等融入到共患儿童的干预体系中，形成儿童-父母-学校共同体，共同促进共患儿童成长。美国心理学家布朗芬布伦纳提出的生态系统理论强调了环境对个体发展的重要作用，家庭和学校是儿童重要的微系统[64]。ADHD、DD 以及共患儿童的家长面临较大的养育压力和情绪问题[65,66]，这会对儿童的成长环境造成不良影响。同样，教师对共患儿童的态度、教育方式也会影响其成长。因此对于共患儿童的干预也应关注其所处的家庭和学校等环境因素，从多方面着手开展干预。

参考文献：

[1] Semrud-Clikeman M, Bledsoe J. Updates on attention-deficit/hyperactivity disorder and learning disorders[J]. *Current Psychiatry Reports,* 2011,13(5):364-373.

[2] Barkley R A. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD [J]. *Psychological bulletin*, 1997,121(1):65-94.

[3] Lyon G R, Shaywitz S, Shaywitz B. A. A definition of dyslexia[J]. *Annals of Dyslexia,* 2003,53(1):1-14.

[4] Mayes S D, Calhoun S L. Learning, attention, writing, and processing speed in typical children and children with ADHD, autism, anxiety, depression, and oppositional-defiant disorder [J]. *Child Neuropsychology*, 2007,13(6):469-493.

[5] Willcutt E G, Pennington B F, Olson R K, et al. Neuropsychological analyses of comorbidity between reading disability and attention deficit hyperactivity disorder: In search of the common deficit[J]. *Developmental Neuropsychology*, 2005,27(1):35-78.

[6] Willcutt E G, Pennington B F, Boada R, et al. A comparison of the cognitive deficits in reading disability and attention-deficit/hyperactivity disorder[J]. *Journal of Abnormal Psychology*, 2001,110(1):157-172.

[7] Rucklidge J J, Tannock R. Neuropsychological profiles of adolescent with ADHD: Effects of

reading difficulties and gender[J]. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 2002,43(8):988-1003.

[8] Willcutt E G, Doyle A E, Nigg J T,et al. Validity of the executive function theory of attention-deficit/ hyperactivity disorder: A meta-analytic review[J]. *Biological Psychiatry*, 2005,57(11),1336-1346.

[9] 钟鑫琪,比沙拉,胡晓云,等. 发育性阅读障碍和注意缺陷多动可疑儿童的情绪行为问题[J].中国学校卫生, 2019,40(10):1460-1463.

[10] Willcutt E G, Pennington B F. Psychiatric comorbidity in children and adolescents with reading disability[J]. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 2000,41(8):1039-1048.

[11] Sexton C C, Gelhorn H L, Bell J A,et al. The co-occurrence of reading disorder and ADHD: Epidemiology, treatment, psychosocial impact, and economic burden[J]. *Journal of Learning Disabilities*, 2012,45(6):538-564.

[12] Pennington B F, Groisser D, Welsh M C. Contrasting cognitive deficits in attention deficit hyperactivity disorder versus reading disability[J]. *Developmental Psychology,* 1993,29(3): 511-523.

[13] Poon K, Ho C S H.. Contrasting deficits on executive functions in Chinese delinquent adolescents with attention deficit and hyperactivity disorder symptoms and/or reading disability[J]. *Research in Developmental Disabilities*, 2014,35(11):3046-3056.

[14] Wang L C, Chung K K H. Co-morbidities in Chinese children with attention deficit/hyperactivity disorder and reading disabilities. *Dyslexia,* 2018, 24(3):276-293.

[15] Shanahan M A, Pennington B F, Yerys B E,et al. Processing speed deficits in attention deficit/hyperactivity disorder and reading disability[J]. *Journal of Abnormal Child Psychology,* 2006,34(5):584-601.

[16] Willcutt E G, Betjemann R S, McGrath L M, et al.Etiology and neuropsychology of comorbidity between RD and ADHD: The case for multiple-deficit models[J]. *Cortex,* 2010,46(10):1345-1361.

[17] Kibby M Y, Newsham G., Imre Z, et al. Is executive dysfunction a potential contributor to the comorbidity between basic reading disability and attention-deficit/hyperactivity disorder[J]? *Child Neuropsychology*, 2021,27(7):888-910.

[18] 杨斌让. 注意缺陷多动障碍药物治疗[J].教育生物学杂志, 2019,7(4):199-206.

[19] Storebø O J, Krogh H B, Ramstad E, et al. Methylphenidate for attention-deficit/hyperactivity disorder in children and adolescents: Cochrane systematic review with meta-analyses and trial sequential analyses of randomised clinical trials[J]. *British Medical Journal,* 2015,351: h5203.

[20] Froehlich T E, Fogler J, Barbaresi W J, et al. Using ADHD medications to treat coexisting ADHD and reading disorders: A systematic review[J]. *Clinical Pharmacology & Therapeutics,* 2018,104(4): 619-637.

[21] Bental B, Tirosh E. The effects of methylphenidate on word decoding accuracy in boys with attention-deficit/hyperactivity disorder[J]. *Journal of Clinical Psychopharmacology*, 2008,28(1):89-92.

[22] Tannock R, Martinussen R, Frijters J. Naming speed performance and stimulant effects indicate effortful, semantic processing deficits in attention-deficit/hyperactivity disorder[J]. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 2000,28(3):237-252.

[23] Keulers E H H, Hendriksen J G M, Feron F J M,et al. Methylphenidate improves reading performance in children with attention deficit hyperactivity disorder and comorbid dyslexia: An

unblinded clinical trial[J]. *European Journal of Paediatric Neurology*, 2007,11(1):21-28.
[24] de Jong C G W, Van De Voorde S, Roeyers H, et al. Differential effects of atomoxetine on executive functioning and lexical decision in attention-deficit/hyperactivity disorder and reading disorder[J]. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology,* 2009,19(6):699-707.
[25] Wietecha L, Williams D, Shaywitz S, et al. Atomoxetine improved attention in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder and dyslexia in a 16 week, acute, randomized, double-blind trial[J]. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*, 2013,23(9):605-613.
[26] Shaywitz B A, Williams D W, Fox B K, et al. Reading outcomes of children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder and dyslexia following atomoxetine treatment[J]. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*, 2014,24(8):419-425.
[27] Shaywitz S, Shaywitz B, Wietecha L, et al. Effect of atomoxetine treatment on reading and phonological skills in children with dyslexia or attention-Deficit/hyperactivity disorder and comorbid dyslexia in a randomized, placebo-controlled trial[J]. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*, 2017, 27(1):19-28.
[28] 李焱,文竹,邓思宇,等(印刷中). 盐酸哌甲酯缓释片与盐酸托莫西汀对注意缺陷多动障碍患儿症状与执行功能的疗效研究[J]. 中国儿童保健杂志, 2022.
[29] Rabiner D L, Murray D W, Skinner A T, et al. A randomized trial of two promising computer-based interventions for students with attention difficulties[J]. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 2010,38(1):131-142.
[30] Roberts G, Rane S, Fall A M, et al. The impact of intensive reading intervention on level of attention in middle school students[J]. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 2015,44(6):942-953.
[31] 岳鑫鑫,韩冬影,李虹,等. 程序化拼音游戏训练对注意缺陷多动障碍共患阅读障碍患儿干预效果的研究[J]. 中华精神科杂志, 2019,52(2):117-122.
[32] Rabiner D L, Malone P S, Bierman K L, et al. The impact of tutoring on early reading achievement for children with and without attention problems[J]. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 2004,32(3):273-284.
[33] Tamm L, Denton C A, Epstein J N, et al. Comparing treatments for children with ADHD and word reading difficulties: A randomized clinical trial[J]. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 2017,85(5):434-446.
[34] Denton C A, Tamm L, Schatschneider C, et al. The effects of ADHD treatment and reading intervention on the fluency and comprehension of children with ADHD and word reading difficulties: A randomized clinical trial[J]. *Scientific Studies of Reading*, 2020,24(1): 72-89.
[35] Tannock R, Frijters J C, Martinussen R, et al. Combined modality intervention for ADHD with comorbid reading disorders: A proof of concept study[J]. *Journal of Learning Disabilities*, 2018,51(1):55-72.
[36] Gonçalves-Guedim T F, Crenitte P A P. Performance of phonological processing in children with attention deficit hyperactivity disorder[J]. *Psychology*, 2015, 6(10):1331-1339.
[37] Gooch D, Snowling M, Hulme C. Time perception, phonological skills and executive function in children with dyslexia and/or ADHD symptoms[J]. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines,* 2011,52(2):195-203.
[38] Ramus F, Rosen S, Dakin S C, et al. Theories of developmental dyslexia: Insights from a multiple case study of dyslexic adults[J]. *Brain*, 2003,126(4):841-865.

[39] Caldani S, Isel F, Septier M, et al. Impairment in attention focus during the posner cognitive task in children with ADHD: An eye tracker study[J]. *Frontiers in Pediatrics,* 2020, 8:484.
[40] Gomes H, Duff M, Ramos M, et al. Auditory selective attention and processing in children with attention-deficit/hyperactivity disorder[J]. *Clinical Neurophysiology*, 2012, 123(2):293-302.
[41] Pecini C, Spoglianti S, Bonetti S, et al. Training RAN or reading? A telerehabilitation study on developmental dyslexia[J]. *Dyslexia,* 2019, 25:318-331.
[42] Whipple B D, Nelson J M. Naming speed of adolescents and young adults with attention deficit hyperactivity disorder: Differences in alphanumeric versus color/object naming[J]. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 2016, 31(1):66-78.
[43] Low A M, Vangkilde S, Le Sommer J, et al. Visual attention in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder before and after stimulant treatment[J]. *Psychological Medicine*, 2019, 49(15):2617-2625.
[44] Stefanac N, Spencer-Smith M, Brosnan M, et al. Visual processing speed as a marker of immaturity in lexical but not sublexical dyslexia[J]. *Cortex*, 2019, 120:567-581.
[45] McGrath L M, Pennington B F, Shanahan M A, et al. A multiple deficit model of reading disability and attention-deficit/ hyperactivity disorder: Searching for shared cognitive deficits[J]. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 2011, 52(5):547-557.
[46] Horowitz-Kraus T. Differential effect of cognitive training on executive functions and reading abilities in children with ADHD and in children with ADHD comorbid with reading difficulties[J]. *Journal of Attention Disorders*, 2015, 19(6):515-526.
[47] Meppelink R, de Bruin E I, Bögels S M . Meditation or Medication? Mindfulness training versus medication in the treatment of childhood ADHD: A randomized controlled trial[J]. *BMC Psychiatry*, 2016, 16(1):1-16.
[48] Dehaene S, Pegado F, Braga L W, et al. How learning to read changes the cortical networks for vision and language[J]. *Science,* 2010, 330(6009):1359-1364.
[49] Pennington B F. From single to multiple deficit models of developmental disorders[J]. *Cognition*, 2006, 101(2):385-413.
[50] Kollins S H, DeLoss D J, CañadasE, et al. A novel digital intervention for actively reducing severity of paediatric ADHD (STARS-ADHD): A randomised controlled trial[J]. *The Lancet Digital Health*, 2020, 2(4):e168-e178.
[51] Tamm L, Epstein J N, Peugh J L, et al. Preliminary data suggesting the efficacy of attention training for school-aged children with ADHD[J]. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2013, 4:16-28.
[52] Valdois S, Peyrin C, Lassus-Sangosse D, et al. Dyslexia in a French-Spanish bilingual girl: Behavioural and neural modulations following a visual attention span intervention[J]. *Cortex*, 2014, 53(1):120-145.
[53] Zhao J, Liu H, Li J, et al. Improving sentence reading performance in Chinese children with developmental dyslexia by training based on visual attention span[J]. *Scientific Reports*, 2019, 9(1):1-19.
[54] Benzing V, Schmidt M. The effect of exergaming on executive functions in children with ADHD: A randomized clinical trial[J]. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 2019, 29(8):1243-1253.
[55] Dovis S, Van Der Oord S, Wiers R W, et al. Improving executive functioning in children with ADHD: Training multiple executive functions within the context of a computer game. A randomized

double-blind placebo controlled trial[J]. *PLoS ONE,* 2015,10(4):1-30.
[56] Klingberg T, Fernell E, Olesen P J, et al. Computerized training of working memory in children with ADHD-A randomized, controlled trial[J]. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 2005,44(2):177-186.
[57] Ebrahimi L, Pouretemad H, Khatibi A, et al. Magnocellular based visual motion training improves reading in persian[J]. *Scientific Reports*, 2019, 9(1):1-10.
[58] Qian Y, Bi H Y. The effect of magnocellular-based visual-motor intervention on Chinese children with developmental dyslexia[J]. *Frontiers in Psychology,* 2015,6:1529.
[59] Goradia D D, Vogel S, Mohl B, et al. Distinct differences in striatal dysmorphology between attention deficit hyperactivity disorder boys with and without a comorbid reading disability[J]. *Psychiatry Research Neuroimaging*, 2016,258:30-36.
[60] Kibby M Y, Pavawalla S P, Fancher J B, et al. The relationship between cerebral hemisphere volume and receptive language functioning in dyslexia and attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD)[J]. *Journal of Child Neurology*, 2009,24(4):438-448.
[61] McGrath L M, Stoodley C J, et al. Are there shared neural correlates between dyslexia and ADHD? A meta-analysis of voxel-based morphometry studies[J]. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, 2019,11(1):1-20.
[62] Langer N, Benjamin C, Becker B L C et al. Comorbidity of reading disabilities and ADHD: Structural and functional brain characteristics[J]. *Human Brain Mapping*, 2019, 40(9):2677-2698.
[63] Kibby M Y, Dyer S M, Lee S E, et al. Frontal volume as a potential source of the comorbidity between attention-deficit/hyperactivity disorder and reading disorders[J]. *Behavioural Brain Research*, 2020,381:112-382.
[64] 刘杰,孟会敏. 关于布郎芬布伦纳发展心理学生态系统理论[J]. 中国健康心理学杂志, 2009:17(2):250-252.
[65] 胡俊,冯雪英,衣明纪,等. 发展性阅读障碍儿童行为特点及家长情绪状况病例对照研究. 中国儿童保健杂志[J], 2021，29(1):18-22.
[66] Miranda A, Tárraga R, Fernández M I, et al. Parenting stress in families of children with autism spectrum disorder and ADHD[J]. *Exceptional Children*, 2015,82(1):81-95.

（通讯作者:王久菊 E-mail:wangjiuju@bjmu.edu.cn；赵婧 E-mail: conanzj@126.com ）

作者贡献声明：

崔楠：提出研究问题，整理文献，提出观点，分析问题，写作、修改论文。
王久菊：提出研究问题，提出观点，分析问题，修改审定论文。
赵婧：提出研究问题，提出观点，分析问题，修改审定论文。